Техническая Информация

Украинское межколхозное
объединение по строительству
Техническое управление

Производство изделий из обыкновенного (неавтоклавного) пенобетона

КИЕВ—1968

УДК 666.973.6
ПРОСПЕКТ

Производство изделий из пенобетона организовано в Черниговском, Николаевском и Харьковском межколхозных объединениях по строительству.

Процесс производства обыкновенного пенобетона состоит из таких основных операций: приготовление формовочной массы; подготовка форм; заготовка и укладка арматуры (для армопенобетонных изделий); формование изделий; выдерживание их до пропаривания; твердение изделий; выгрузка их из камеры, распалубка и складирование; контроль производства.

Приготовление пенобетонной смеси

Пенобетонная смесь образуется в результате смешивания в растворомешалке или пенобетономешалке строительной пены с цементным тестом или раствором.

Пенобетономешалка (рис. 1) имеет три барабана: пеновзбиватель, барабан для приготовления раствора и смесителя емкостью 500 л типа «Строитель» для приготовления формовочной массы. Пеновзбиватель оборудован вращающейся проволочной или другой сеткой. Растворный барабан и смеситель имеют лопасти шнекового типа, установленные так, что материал при перемешивании перемещается противоточно вдоль барабанов.

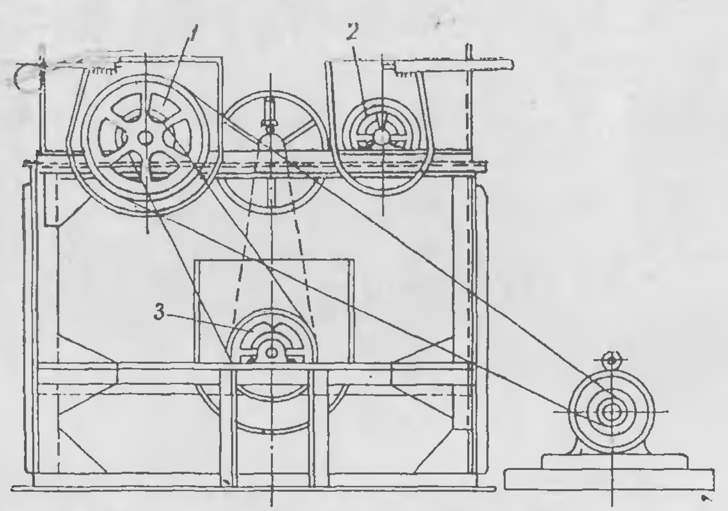


Рис. 1 Общий вид пенобетономешалки периодического действия:
1 — пеновзбиватель; 2 — растворный барабан; 3 — барабан для смешивания раствора с пеной.

Скорость вращения лопастей в пеновзбивателе 200—240, в растворном барабане 40—45 и в смесителе 50—60 об/мин.

В настоящее время выпускаются усовершенствованные 500- и 750-литровые пенобетономешалки, оборудованные автоматическими дозаторами и пневматическим приспособлением для открывания и закрывания растворного барабана и смесителей.

Для получения строительной пены пенообразователь разбавляют водой в пеновзбивателе до оптимальной концентрации, установленной при подборе состава, и взбивают в течение 5—7 мин.

Для получения цементного теста или раствора в растворный барабан во время взбивания пены загружают определенную дозу воды, раствора ускорителя, тонкоизмельченных добавок (можно без них) и, наконец, цемента. Перемешивание теста или раствора может продолжаться до конца взбивания пены, но не менее 2 мин.

Тесто или раствор сразу после приготовления выливают в смеситель, куда затем сбрасывают и пену. Перемешивание теста или раствора с пеной продолжается до получения однородной мелкопористой массы, без следов пены на ее поверхности. Это обычно длится 2—3 мин. Излишнее перемешивание снижает устойчивость пены, нарушает структуру массы и вызывает осадку.

Объемный вес приготовленной ячеистой массы должен отличаться от расчетного объемного веса массы на величину не более ±5% и ±50 кг/м³.

При наличии проверенного опытом подбора состава расчетный объемный вес массы, кг/м³, определяется по формуле

$$\gamma_м = (Ц + Д)\left(1 + \frac{В}{В}\right) + В^{Е} + Е + У,$$

где Ц — количество цемента, кг/м³;

Д — количество тонкоизмельченных добавок (сухих), кг/м³;

$\frac{В}{В}$ — водовяжущее отношение;

$В^{Е} + Е$ — количество строительной пены, кг/м³;

У — количество добавок-ускорителей, кг/м³.

Готовую массу из смесителя вводят в расходный бункер или разливочный ковш.

Оптимальные концентрации пенообразователя в строительной пене, количество строительной пены, водовяжущее отношение и выход массы уточняют в производственных условиях.

Технологическая схема (разработанная ЦНИПС) приготовления пенобетонной смеси в обычной растворомешалке с использованием центробежного насоса для взбивания и транспортирования пены изображена на рис. 2. По этой схеме в растворомешалке сначала приготавливается цементное тесто или раствор, затем включается центробежный насос. В приоткрытый вентиль водный раствор пенообразователя, отдозированный в бачке, постепенно поступает в многоступенчатый центробежный насос, в котором раствор взбивается до пенообразного состояния и одновременно транспортируется в растворомешалку, где и смешивается с заранее приготовленным цементным тестом или раствором.

Подготовка форм

Формы для изделий из пенобетона должны обеспечивать необходимые размеры изделий в пределах допусков, предусмотренных ГОСТом, нормалями или техническими условиями на каждый вид изделия; легко собираться и разбираться, не иметь болтовых креплений в разбираемых деталях и мелких съемных частей; иметь возможно меньший вес и габариты; обеспечивать укладку нескольких форм, одной на другую в зависимости от условий вызревания; иметь соединения, плотно пригнанные и обеспечивающие неизменяемость изделий во время их формования и укладки следующей формы.

Примечание. Прогиб формы, заполненной пенобетонной массой, не должен превышать 1/500 при условии опирания на крайние точки.

Основным материалом для изготовления форм и вкладышей является прокатный металл или чугун, а для поддонов — также и железобетон.

Примечание. В отдельных случаях, исходя из местных условий, изделия можно изготовлять в деревянных или металлодеревянных формах.

После сборки форм производится тщательная проверка внутренних размеров: прочности соединений, правильности установки закладных частей, вертикальности и параллельности боковых стенок, точности углов и т. д. Внутреннюю поверхность формы смазывают составом во избежание прилипания пенобетонной массы к стенам формы. При этом смазка не должна портить фактуру изделий.

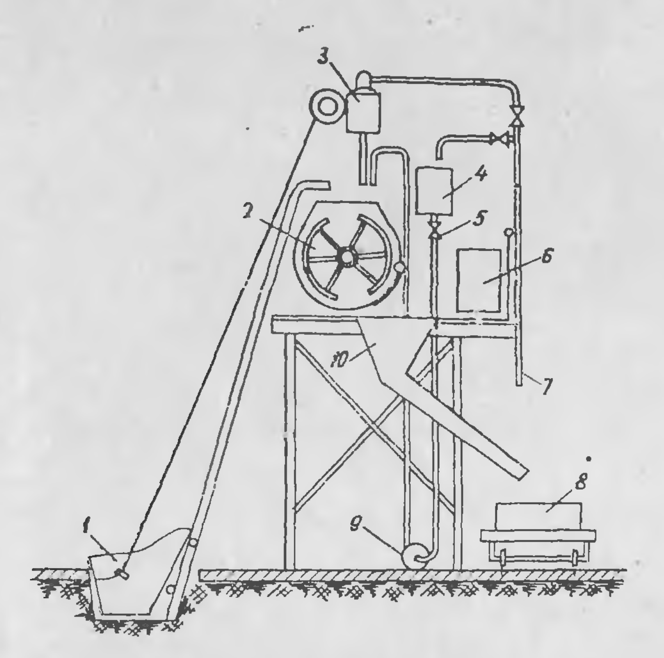


Рис. 2. Схема установки для приготовления пенобетонной смеси:

1 — загрузочный ковш; 2 — рвстворомешалка; 3 — дозировочный бачок; 4 — бачок для водного раствора пенообразователя; 5 — вентиль; 6 — бачок для концентрированного пенообразователя; 7 — водопровод; 8 — вагонетка с формой для изделий; 9 — центробежный многоступенчатый насос; 10 — приемный бункер.

В качестве смазок можно применять известковое молоко, мел, отработанные масла и пр. Тщательно смазанные формы обеспечивают легкую, быструю без повреждения распалубку изделий.

Заготовка и укладка арматуры

Для производства изделий из пенобетона применяется арматура в виде сеток и каркасов, сваренных точечной сваркой. Общие размеры сварных сеток и каркасов, а также размеры ячеек должны соответствовать рабочим чертежам, техническим условиям или ГОСТу. Отклонения от общих размеров сварных сеток и каркасов допускаются не более ±20, а от размеров ячеек — не более ±10 мм.

Общие размеры сварных сеток и каркасов измеряются от пересечения осей крайних стержней противоположного направления, а при наличии на концах стержней крюков или загибов — от касательных к крюку или загибу. Отклонения сварных сеток и каркасов от плоскости в результате коробления при длине элемента до 2 м допускаются не более 10; при длине более 2 м — не более 15 мм.

Сталь, применяемая для изготовления арматуры, должна иметь чистую поверхность. Окалину и ржавчину, а также масляные пятна необходимо перед укладкой в бетон удалять.

Сетки и каркасы должны быть сварены во всех точках пересечений. Прочность сварных узлов определяется испытанием образцов на срез. Наименьшая нагрузка, которую должны выдержать испытываемые образцы сварных узлов на срез, порядок испытании и контроль качества сварных сеток и каркасов в процессе изготовления должны соответствовать требованиям технических условий на сварную арматуру для железобетонных конструкций (ТУ 73-53).

Хранить готовые арматурные каркасы на открытом воздухе без навеса запрещается.

В собранную и смазанную форму укладывают арматуру в виде готовых сварных сеток и каркасов. Между арматурой и опалубкой всюду должно быть выдержано расстояние, соответствующее толщине защитного слоя. Для этого под арматуру укладывают специально изготовленные подкладки из пенобетона. Отклонения по толщине защитного слоя допускаются не более +5 и —3 мм.

Формование изделий

Формование изделий должно выполняться сразу после приготовления формовочной массы так, чтобы каждый замес укладывался в формы не дольше 10 мин. со времени его приготовления.

Формы желательно заполнять пенобетонной смесью при помощи приспособлений, обеспечивающих быстрое дозирование и равномерную укладку смеси. Заполнение форм должно производиться с высоты не более 30 см.

Для тщательного заполнения углов формы пенобетонную массу в этих местах необходимо проштыковывать по 1—2 раза. Заполняться формы пенобетонной смесью должны за один прием. В случае перерыва процесса заполнения формы более чем на 5 мин. во избежание расслоения по поверхности рабочего шва до перерыва должны быть вставлены через каждые 10—15 см на половину своей длины кусочки штукатурной драни, камыша или из другого армирующего материала.

Поверхность залитого в форму пенобетона выравнивают рейкой, а при необходимости на каждую форму устанавливают в поперечном направлении сжимы из круглой стали, чтобы закрепить ширину изделий поверху. В поперечном направлении по верху форм укладывают также прокладки из деревянных реек, чтобы предохранить поверхность изделий от повреждений при установке форм сверху. Промежутки между прокладками должны быть более 1 м, причем прокладки между формами необходимо класть в одной вертикальной плоскости, чтобы нижележащие заполненные формы не работали на изгиб. Формы должны хорошо опираться на все прокладки.

Формование изделий можно производить у места установки бетоноукладочных приспособлений с перемещением форм сразу после их заливки к месту выдерживания до пропаривания; на вагонетках, подающих изделия в пропарочную камеру; непосредственно в камерах пропаривания (ямного типа).

Пенобетонная масса, залитая в формы, принудительному уплотнению не подвергается.

При изготовлении офактуренных стеновых блоков и панелей внешний фактурный или облицовочный слой, как правило, укладывается на поддоне формы до заливки пенобетонной массы. Состав фактурного бетонного или растворного слоя должен обеспечивать надежное сцепление с основным пенобетонным телом блока или панели.

При изготовлении двухслойных или ребристых изделий из армопенобетонной полки и выступающих ребер, выполняемых из обычного (тяжелого) цементного раствора или бетона, заливка пенобетонной массы должна производиться сразу после формования выступающих вниз ребер или нижнего слоя изделия.

Твердение изделий

Твердение отформованных изделий должно протекать в условиях, способствующих достижению пенобетоном распалубочной прочности в наиболее короткие сроки при одновременном соблюдении требований по экономии цемента. Это может быть достигнуто при применении быстротвердеющего цемента, цементов высоких марок, ускорителей твердения, либо при обработке изделий паром в камерах при атмосферном давлении.

Вызревание изделий при естественном твердении должно протекать при температуре не ниже +10°С.

При пропаривании продолжительность выдерживания отформованных изделий до пуска пара устанавливается опытным путем и должна составлять от 8 до 12 час. в зависимости от объемного веса пенобетона, температуры помещения в период выдерживания, сроков схватывания цемента и интенсивности твердения пенобетона в начальный период.

Отформованные изделия в период выдерживания необходимо предохранять от резких колебаний температуры, а также от непосредственного действия солнечных лучей, сквозняка, вызывающих интенсивное удаление влаги. При этом температура в цехе должна быть не ниже +20°С. Перемещение отформованных изделий не допускается в период выдерживания.

По окончании предварительной выдержки вагонетки с формами подают в пропарочные камеры, а при формовании изделий непосредственно в камерах повышают температуру, выпуская пар.

Передвижение вагонеток нужно производить осторожно, избегая толчков и боковых ударов.

В туннельных камерах с односторонней загрузкой и выгрузкой (одна дверь) в конце устанавливают эластичный упорный буфер для предохранения вагонеток от толчков при вводе их в камеру. В камерах с двумя дверьми взамен буфера устанавливают передвижные гуммированные башмаки.

Температура в камерах при загрузке изделий не должна превышать температуру цеха более чем на 25°.

Полный цикл термовлажностной обработки происходит в три периода: повышение температуры в камере до оптимальной для постепенного прогрева изделий; пропаривание при максимальной температуре; снижение температуры и остывание изделий.

Следует учитывать, что пропаривание пенобетона наиболее эффективно с добавкой тонкоизмельченного шлака. В этом случае за время термовлажностной обработки можно достигнуть 100%-ной марочной прочности пенобетона. При этом последующий процесс твердения обеспечивает и дальнейший рост прочности.

Пропаривание изделий из пенобетона с добавками тонкоизмельченного шлака должно производиться по возможности при более высокой температуре (+90÷95°) с обеспечением максимально возможной относительной влажности среды (близкой к 100%). Снижение влажности при пропаривании ниже 85% не допускается.

Скорость повышения и снижения температуры определяется объемным весом, массивностью изделий и другими факторами, а продолжительность прогрева — свойствами применяемых вяжущих и добавок, а также заданной относительной прочностью, которую необходимо достигнуть к концу тепловой обработки.

Продолжительность периодов цикла термовлажностной обработки устанавливается опытным путем. Ориентировочно продолжительность каждого периода может быть принята следующей:

повышение температуры до оптимальной — 3,5—5 час., причем в начале повышения — не более 8—10, а в конце — не более 15—20 град/час;

прогрев при оптимальной температуре — 12—15 час.;

снижение температуры в камере — 2,5—3 час. при перепаде не более 25—30 град/час.

В теплое время года (при температуре воздуха не ниже +10°С) допускается сокращенный цикл тепловой обработки, при которой пенобетон приобретает лишь часть заданной прочности, обеспечивающей распалубку с последующим

нарастанием прочности на складе готовой продукции. Пенобетон после такой обработки должен иметь не менее 70% проектной прочности.

В целях экономии пара при хорошей теплоизоляции камер и достаточной паронепроницаемости дверей или крышек в камерах ямного типа или отсеках стендов пропаривание пенобетонных изделий целесообразно производить с сокращенным периодом подачи пара. В этом случае пропаривание изделий проводится по таким этапам:

повышение температуры до оптимальной;

выдерживание изделий при оптимальной температуре с непрерывной подачей пара;

прогрев изделий в герметически закрытой камере или отсеке стенда без подачи пара при снижении температуры со скоростью не более 2—3 град/час до конечной температуры прогрева, но не ниже 60—65°С;

остывание изделий в открытой камере или отсеке стенда.

Скорость подъема и опускания температуры в первом и последнем этапах принимается, как и при пропаривании с несокращенным периодом подачи пара.

Продолжительность выдерживания изделий при оптимальной температуре с непрерывной подачей пара определяется по формуле

$$T = T_п - \frac{t_б^о - t_м^о}{V} > 2 \text{ час},$$

где $T_п$ — продолжительность пропаривания изделий, час;

$t_б^о$ — наибольшая (оптимальная) температура изотермического прогрева;

$t_м^о$ — наименьшая температура изотермического прогрева (принимается не менее 60—65°):

V — скорость снижения температуры в герметически закрытой камере без подачи пара, град/час.

Съем, обработка и складирование изделий

Изделия выгружают из камеры пропаривания во избежание возникновения трещин и снижения прочности не ранее, чем через час после ее открытия.

В зимнее время после выгрузки из камеры изделия в формах выдерживаются в отапливаемом помещении 2—3 часа. В летнее время формы с изделиями направляются непосредственно в распалубочное отделение, где их выдерживают не менее часа.

Для распалубки армопенобетонных плит и панелей, а также пенобетонных блоков боковые стенки форм снимают или открывают (в зависимости от конструкции форм) и изделия, подхваченные крюком крана или тельфера за петли, вынимают из формы и отправляют на склад, а при необходимости — в цех для отделки фактурного или облицовочного слоя.

Во время распалубки на боковую грань каждого изделия наносят дату изготовления, номер партии и марку по соответствующим ГОСТам или техническим условиям. Для изделий, работающих на изгиб, на верхней поверхности проставляют несмываемой краской надпись «верх».

Отделка в стеновых блоках и панелях фактурного или облицовочного слоя производится в соответствии с проектом или по заказу при температуре не ниже +10°С. Фактурный слой изделий ремонтируют бетоном или раствором такого же состава, как и бетона или раствора фактурного слоя.

Если прочность изделий после тепловлажностной обработки недостаточна, их выдерживают под навесом, а в зимнее время — в цеху при температуре не ниже +10°С до приобретения необходимой отпускной прочности.

До поступления на склад готовой продукции все изделия подлежат приемке ОТК.

Готовые изделия хранят на складе под навесом в штабелях рассортированными по типам и партиям. Против каждого штабеля устанавливается табличка с соответствующими надписями. Просвет между штабелями должен быть не

менее 15 см; через каждые два штабеля рекомендуется оставлять проход шириной 60 см. Проезды между штабелями должны обеспечивать удобство вывозки изделий.

С целью дальнейшего нарастания прочности после тепловлажностной обработки, особенно в жаркую погоду, изделия необходимо в течение 5—6 дней поливать водой. Поэтому на складах необходимы поливочные устройства. Кроме этого, склады должны быть оборудованы подъемно-транспортными механизмами.

При погрузке, разгрузке и перевозке изделий следует принимать меры, обеспечивающие их сохранность.

Контроль производства изделий

В процессе изготовления изделий и сборных деталей из обыкновенного пенобетона должен осуществляться тщательный систематический контроль качества материалов и правильности технологического режима производства.

В контроль производства изделий входят:

проверка соответствия требованиям действующих ГОСТов и технических условий поступающих материалов (вяжущее, добавки, арматурная сталь, ускорители твердения, закладные части и др.);

ежедневные определения качества пенообразователя, тонкости помола добавок, сроков схватывания цемента;

установление дозировки составляющих на замес: пенообразователя и воды — в пену; цемента, тонкоизмельченных добавок и воды — в раствор;

проверка не реже одного раза в час объемного веса и подвижности ячеистой массы;

периодическая проверка прочности сварных стыков, правильности изготовления арматурных каркасов и сетки, положения арматуры и закладных частей в форме с соблюдением требуемого защитного слоя;

проверка правильности размеров форм после сборки, надлежащей очистки, смазки и заполнения форм;

проверка соблюдения заданного режима тепловлажностной обработки (температуры, влажности и продолжительности циклов);

объемный вес, марки пенобетона и бетона или раствора ребер панелей определяются на кубиках размером 10×10×10 см, изготовленных для каждого загружения камеры (по 6 шт.) и пропаренных одновременно с изделиями.

При изготовлении и испытании качества пены необходимо тщательно дозировать пенообразователь и воду; время взбивания пены контролировать по секундомеру или песочным часам; испытания с пеной вести беспрерывно (приготовление и испытание); не переносить пену с места на место, избегать толчков и встряхиваний; заполнение прибора ЦНИПС-1 пеной производить за один прием; записывать температуру и влажность помещения.

При изготовлении и испытании качества ячеистой массы необходимо не допускать прилипания ячеистой массы к лопастям, стенкам и дну барабана; формы заливать (заполнять) при непрерывном перемешивании ячеистой массы; заливая ячеистую массу в форму, слегка ее уплотнять, протыкая стержнем (диаметром 5—6 мм) несколько раз по периметру формы; заполнив форму, избыток массы срезать; если образцы при выдержке дали осадку, изменить состав ячеистой массы и повторить испытание.

Контроль качества готовых изделий

Контроль качества готовых изделий и приемка их при отправке на склад готовой продукции заключаются в проверке соответствия качества изделий требованиям соответствующих ГОСТов или технических условий.

Предприятие-изготовитель не имеет права отправлять изделия, не принятые ОТК. При приемке изделий надо проверить прочность и объемный вес пенобетона и прочность бетона или раствора ребер, произвести внешний осмотр, проверить размеры изделий и толщину защитного слоя, прочность и жесткость изделий, влажность пенобетона.

Определение марки конструктивного пенобетона, бетона или раствора производится в соответствии с ГОСТ 10181—62 «Методы определения подвижности и жесткости бетонной смеси».

Маркой теплоизоляционного пенобетона считается предел прочности при сжатии в кг/см² кубика размером 10×10×10 см. Если в результате проверки марка пенобетона или раствора окажется ниже требуемой, завод обязан принять меры, обеспечивающие правильность дозирования бетона в изделиях. Если в результате проверки объемный вес пенобетона не будет соответствовать требуемому с учетом допуска, то партия бракуется.

Для определения объемного веса пенобетона образцы-кубики измеряют с точностью до 1 мм, высушивают в специальном шкафу до постоянного веса (при температуре +105÷110°C) и взвешивают с точностью до 1 г. За величину объемного веса принимается среднее арифметическое трех определений объемного веса.

Внешним осмотром и обмерами устанавливаются местные наплывы, неровности, раковины, сколы и трещины. Обмеры изделий производятся измерительными инструментами, линейкой, стальной рулеткой, штангель-циркулем, измерительными шаблонами, скобами и т. п.

Контроль защитного слоя осуществляется непосредственно измерением его линейкой в изделиях, испытанных до разрушения, а также может определяться специальным магнитным прибором с помощью гамма-лучей или вырубкой борозд.

Испытание (в необходимых случаях) изделий на изгиб производится в соответствии с требованиями ГОСТа и технических условий.

Влажность пенобетона проверяют на образцах весом 100—200 г каждый, взятых с изделий, испытанных на изгиб, из глубины, равной половине толщины изделия в трех точках, расположенных по диагонали: в середине и на расстоянии по 25 см от концов изделия. Пробы до испытания должны храниться в стеклянных банках с притертыми крышками (эксикаторах).

Для определения влажности каждую отобранную пробу взвешивают с точностью до 0,1 г, высушивают в специальном шкафу при температуре +105÷110°C до постоянного веса и снова взвешивают с точностью до 0,1 г.

Влажность каждой пробы в проц. определяется по формуле

$$W = \frac{G_1 - G_2}{G_2},$$

где G_1 — вес пробы до высушивания, г;

G_2 — вес пробы после высушивания, г.

За величину влажности принимают среднее арифметическое трех определений влажности.

Водопоглощение при необходимости определяют в соответствии с ГОСТ 5742—61 «Плиты термоизоляционные из ячеистого бетона», п. 22.

Морозостойкость пенобетона для стеновых панелей и блоков определяется испытанием контрольных кубиков по ГОСТ 7025—67 «Материалы стеновые и облицовочные. Методы определения водопоглощения и морозостойкости».

Маркировка, паспортизация, хранение и перевозка изделий производятся по соответствующим стандартам и техническим условиям в зависимости от вида изделия.

Причины брака

Возникновение поперечных трещин на изделиях происходит вследствие резких толчков при транспортировании и отсутствия достаточного количества прокладок между формами или из-за их неправильной укладки.

Возникновение продольных трещин на изделиях и нарушение сцепления пенобетона с арматурой происходит из-за ударов изделий при перевозке, а также из-за резкого повышения или снижения температуры при пропаривании.